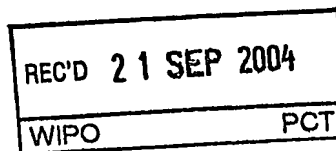


01.09.2004

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 33 492.0
Anmeldetag: 22. Juli 2003
Anmelder/Inhaber: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung eV, 80686 München/DE
Bezeichnung: Modulare aktive Strukturschnittstelle
IPC: F 16 F 15/02

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 05. August 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Kahle

Anmelderin:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Hansastr. 27c

80686 München

Modulare aktive Strukturschnittstelle

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

Im Maschinen, Fahrzeugen und ähnlichem entstehen z. B. durch den Betrieb von Aggregaten - etwa Aggregaten zur Stromerzeugung - oder die betrieblichen Umgebungsbedingungen selbst- oder fremderregte dynamische mechanische Störungen. Deren Frequenzen reichen bis in den höherfrequenten akustischen Bereich und bewirken lokal am Ort der Störentstehung bzw. der Störeingleitung oder, nach Übertragung über mechanische Lastpfade, weiter entfernt unerwünschte dynamische und/oder akustische Effekte. In der Folge ergeben sich Komforteinbußen, Sicherheitsprobleme, Bauteilschädigungen infolge von struktureller Ermüdung, verminderte Lebensdauern, reduzierte Funktionalitäten, etc.

15

Stand der Technik

Neben konventionellen passiven Maßnahmen zur Dämpfung bieten zunehmend aktive Maßnahmen ein anerkanntes Lösungspotential. Ebenso wie die passiven Maßnahmen können die aktiven Dämp-

20

fangsmaßnahmen je nach vorliegender Störsituation am Ort der Störentstehung, in der Übertragungsstrecke und/oder am Ort der Störauswirkung eingebracht werden.

5 Fig. 1 zeigt einen Satelliten als Beispiel für eine aktive Entkopplung von Störquellen und sensiblen Komponenten, die mechanisch nicht gestört werden sollten. Der Satellit interne Störquellen 4, etwa Kryostatkühler, Motoren, etc. Die mechanischen Störungen dieser Störquellen 4 werden durch aktive Elemente 1, 2 gedämpft, so dass sich die Störungen nicht von den Störquellen 4 über Übertragungswege 3 auf die empfindlichen Komponenten 5 (Kameras, Reflektoren, etc.) auswirken.

15 Aufgabe

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Schnittstelle zum Dämpfen mechanischer Störungen anzugeben.

20

Lösung

Diese Aufgabe wird durch die Erfindungen mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

25

Erfindungsgemäß wird eine strukturelle Schnittstelle mit aktivierbaren Elementen vorgeschlagen, die

- als Lagerungselement,
- 30 - als modulares Übertragungselement und/oder
- als Stellelement

in Strukturen eingearbeitet werden kann.

Typische Einsatzbeispiele sind

- die Ergänzung eines konventionellen Feder-Dämpfer-Systems im Fahrwerksbereich eines Kraftfahrzeugs durch eine erfindungsgemäße aktive Schnittstelle, z. B. mit dem Ziel, strukturdynamische Störungen mit mehreren Freiheitsgraden zu beeinflussen.
- Ferner die Verwendung als Antriebselement zur Verwendung in Prüfmaschinen.

Das erfindungsgemäße Prinzip beruht auf der strukturmechanischen Einbringung bzw. Zwischenschaltung mehrerer Energiewandlersysteme, vorzugsweise auf Basis bekannter multifunktionaler Materialsysteme mit schnell schaltbaren Eigenschaften. Beispiele für solche Materialsysteme sind z. B.

- piezokeramische,
- magneto- oder elektrostriktive,
- magneto- oder elektrorheologische,
- elektrooptische Werkstoffe oder
- Werkstoffe mit Gedächtniseffekten o. ä.

sowie hybride Aufbauten derselben, evtl. in Kombination mit konventionellen Antrieben.

Der Vorzug der multifunktionalen Systeme liegt in deren Potenzial, sowohl aktorisch als auch sensorisch genutzt werden zu können. Dadurch können Leichtbau- und Baugrößenvorteile erzielt werden sowie eine ggf. günstige kollokierte Anordnung von Aktorik und Sensorik genutzt werden.

Die erfindungsgemäße aktive Schnittstelle ist ein geschlossenes, modulares System zum universellen Einsatz. Sie bietet

- einerseits die Möglichkeit zur aktiven Lagerung von Strukturkomponenten und Aggregaten mit dem Ziel der hochdynamischen aktiven Isolation

- o durch aktive Störreflexion oder
- o destruktive Interferenz oder
- o durch aktive, semi-aktive oder passive Dämpfung
 - durch Energieabsorption,
 - Energiedissipation und/oder
 - Energierückgewinnung,

- andererseits die Möglichkeit der aktiven Beeinflussung
 - o zur Ausrichtung bzw. Positionierung oder
 - o zur Verwendung als universeller modularer Aktor z. B. für prüftechnische Aufgaben.

- 15 Die Wirkweise dieser Schnittstelle zielt bei der Bedämpfung, also der gezielten Dämpfung einzelner Komponenten,
- entweder auf die gezielte Einbringung von mechanischer Energie durch geeignete Überlagerung von Störschwingungen mit aktiv geregelten Schwingungen bzw. der Störreflexion
 - 20 - oder der Energieabsorption bzw. -dissipation.

Für die erfindungsgemäße Schnittstelle eignen sich u. a. Energiewandlersysteme und deren aktorische sowie sensorische Nutzung. Es ist auch möglich, konventionelle Antriebe zur rein

25 aktorischen Nutzung zu verwenden.

Die Ausführung kann hierbei als

- aktives oder
- semiaktives bzw.

- 30 - passives

System erfolgen, dies jeweils nach einer geeigneten Wandlung mechanischer Energie in z. B. elektrische Energie bzw. umgekehrt. Dabei werden die mechanischen Störenergien

- in den als Sensoren wirksamen Komponenten gewandelt (Energiewandler),
- über eine geeignete Signalverarbeitung ausgewertet und
- weiterverarbeitet.

- 5

Die Weiterverarbeitung erfolgt in der Weise, dass z. B. über

- Regler oder
- passive Beschaltungen
- und ggf. über weitere Hilfssysteme – z. B. Leistungselektroniken –

optimale Stellsignale an die als Aktoren wirksamen Energiewandler geleitet, die dann den Strukturstörungen derart entgegenwirken, dass sie dem System in den Schnittstellen entweder Energie entziehen oder zielgerichtet hinzufügen. Dies kann in

15 bekannter Weise entweder

- aktiv durch Implementierung von klassischen oder adaptiven Reglerstrukturen oder
- mittels geeigneter elektronischer Beschaltungen

- o semi-aktiv oder

20 o passiv

realisiert werden.

Im Fall der Nutzung als aktives Stellelement werden die Aktoren mit der Zielfunktion der optimalen Einleitung mechanischer Energie zum Stellen, Ausrichten oder Lasteinleiten angetrieben. Dies kann gesteuert oder geregelt erfolgen.

25

Die Schnittstelle kann in konstruktive Hilfsumgebungen eingearbeitet und als modulare, geschlossene Baugruppen in bestehende Lastpfade von Strukturen eingefügt werden.

30

Leicht anpassbare Anschlussgeometrien (Außengewinde, Flansche, Schraubbolzen, etc.) ermöglichen den universellen Einsatz.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung wird die Schnittstelle durch Verwendung mehrerer, mindestens drei, parallel geschalteter Aktoren realisiert.

5

Fig. 2 zeigt ein Beispiel des bevorzugten Aufbaus der erfindungsgemäßen Schnittstelle. Die Schnittstelle hat einen zylindrischen Mantel, der als Torsionselement dient. In die Schnittstelle integriert sind drei Aktoren (Aktor 1, Aktor 2 und Aktor 3). Die drei Aktoren sind vorzugsweise symmetrisch in der Schnittstelle angeordnet.

10

In Fig. 4 ist eine mögliche Realisierung gezeigt. Die Schnittstelle gemäß Fig. 4 hat zwei feste Endplatte 10, 12 als Montagepunkte. Innerhalb der Schnittstelle sind die drei Aktoren 14 angeordnet, die mit einem mittig angeordneten, beweglichen Wegabgriff 16 gekoppelt sind.

15

Als Aktoren bieten sich konventionelle Aktoren an, z. B.

20

- Linearmotoren,
- pneumatische Antriebe oder
- hydraulische Antriebe, auf Basis von
 - o Energiewandlersystemen, z. B.
 - piezokeramische,
 - elektrostriktive oder
 - magnetostriktive
 - o SMA

25

oder hybriden Aufbauten aus diesen Systemen.

30

Bei gleichförmiger Aktivierung, also Aktivierung in der gleichen Richtung, z. B. gleichmäßiger Dehnung aller Aktoren, wird eine uniaxiale Translation erzielt.

Bei ungleichförmiger Aktivierung, z. B. Kürzung eines von drei Aktoren (Aktor 3), bei Längung der (beiden) anderen (Aktoren 1 und 2) erfolgt eine Verkippung der beiden Anschlussebenen der Schnittstelle (qualitativ um Kippachse 1), so dass Biegung eingeleitet werden kann.

Bei zyklischer Aktivierung in eben beschriebener Weise ist die Einleitung einer parallel zur Aktorwirkung umlaufenden Biegung (Umlaufbiegung) möglich. Die Mittelachse der Schnittstelle führt dabei eine Rotation auf einem Kegelmantel aus.

Durch entsprechende Ansteuerung der Aktoren lassen sich beliebige Mischungen von Translationen und Kippungen erreichen.

Bei Einbringung einer z. B. zylindrischen Ummantelung der Schnittstelle, die zudem eine schützende Wirkung der innenliegenden Struktur hätte, ist bei geeigneter Ausgestaltung derselben als strukturmechanisch anisotrop wirksames Bauteil eine Zug-Torsionskopplung in bekannter Weise (siehe DE 195 28 155) nutzbar, um eine rotatorische Wirkung entlang der Aktorachsen zu erreichen.

Zur Erhöhung der mechanischen Wirkung, z. B. in Bezug auf den durch Translation erreichbaren Stellweg, können die erfindungsgemäßen Schnittstellen auch in mehreren Ebenen seriell geschaltet werden.

Die Schnittstelle kann auch so ausgebildet werden, dass am Koppelement die Verschiebung abgegriffen wird und die Aktoren z. B. für eine reine Translation der verschiedenen Ebenen gegenphasig zueinander angesteuert werden. Dadurch wird erreicht, dass die Koppelebene relativ zu den beiden Anschlussebenen eine Verschiebung ausführt. Im einfachsten Fall bleiben

die Anschlussebenen hierbei in Ruhe. Dadurch wird erreicht, dass im Vorspannelement, vorzugsweise innenliegend, eine näherungsweise rein statische Belastung auftritt, so dass z. B. eine geringere Materialbeanspruchung erreicht wird.

5

Weitere Möglichkeiten, die erfindungsgemäße Schnittstelle auszuführen, sind in Fig. 3 beschrieben.

Patentansprüche

5 1. Schnittstelle zum Dämpfen von mechanischen Störungen in einer Struktur oder zur strukturdynamischen Verbesserung der Systemeigenschaften einer Struktur, wobei die Schnittstelle zwischen Strukturbauteilen der Struktur in Lastpfade der Struktur eingebracht wird und gezielt mechanische Energie in die Struktur einleitet,
 gekennzeichnet durch
 mindestens drei in einer Aktorebene parallel angeordnete Aktoren.

15 2. Schnittstelle nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Schnittstelle als gesteuertes System ausgeführt ist.

 3. Schnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer seriellen Anordnung von einer Mehrzahl von Aktorebenen.
20

 4. Schnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit sensorischer Funktion, wobei aktorische Elemente eine definierte Referenzstrukturstimulation bewirken, die zu einer
25 sensorisch erfass- und auswertbaren aktuellen Strukturantwort führt, die in Relation zu einer zuvor referenzierten Strukturantwort in einem definierten Strukturzustand gebracht werden und eine relative Aussage über den aktuellen Strukturzustand erlaubt.

30 5. Schnittstelle nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei eine Strukturidentifikation durchgeführt wird.

6. Schnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass am Koppелеlement die Verschiebung abgegriffen wird und
5 die Aktoren z. B. für eine reine Translation der verschiedenen
Ebenen gegenphasig zueinander angesteuert werden.

7. Schnittstelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
10 leicht anpassbare Anschlussgeometrien, wie z. B. Außenge-
winde, Flansche, Schraubbolzen, etc.

8. Verwendung der Schnittstelle nach einem der vorhergehen-
den Ansprüche als passives sensorisches Element zur Erfassung
15 und Analyse von strukturinternen mechanischen Lasten in Kombi-
nation mit einer geeigneten, vorzugsweise integrierten Signal-
verarbeitung zur Erfassung, Aufbereitung und Speicherung von
Daten, die für die zukünftige Strukturauslegung relevant sind,
etwa zur Minderung der Risikofaktoren..

20 8. Verwendung der Schnittstelle nach einem der Ansprüche 1
bis 7 als modulares, aktives System unter Verwendung von Akto-
ren und Sensor sowie von regelungstechnischen Konzepten und
Komponenten zur Störenergireflexion oder Störisolation.

25 9. Verwendung der Schnittstelle nach einem der Ansprüche 1
bis 7 als passives System durch Ausnutzung des Prinzips der
Energieumwandlung und/oder Energiedissipation und/oder Ener-
gieumleitung in elektronische Schaltungen.

30 10. Verwendung der Schnittstelle nach einem der Ansprüche 1
bis 7 als semiaktives System nach dem Prinzip des passiven
Systems jedoch unter Nutzung von elektronischen Schaltungen,

die einer Hinzufügung von Hilfsenergie zum Betrieb der Schaltungen bedürfen.

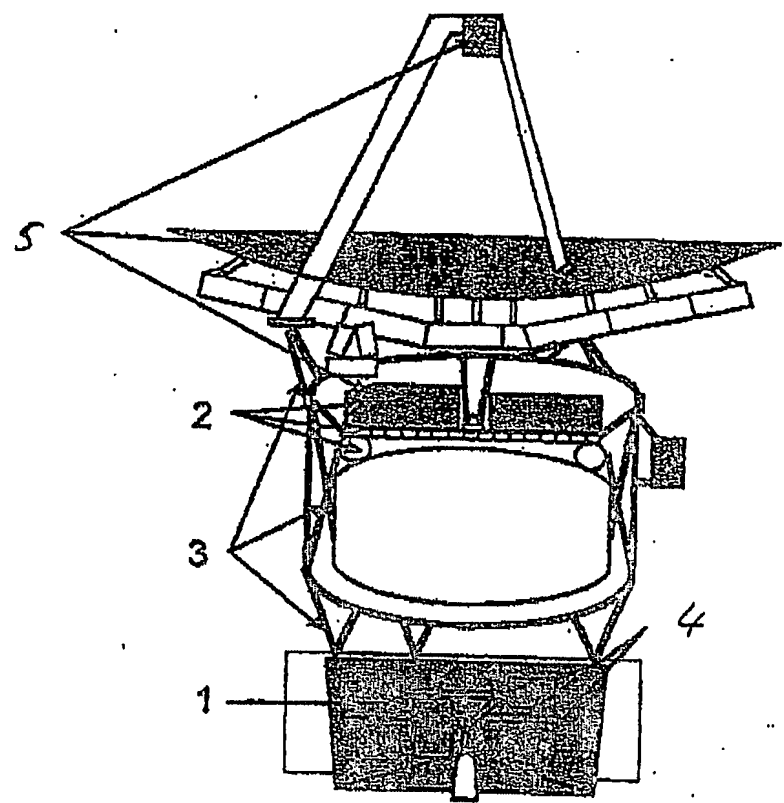


Fig. 7

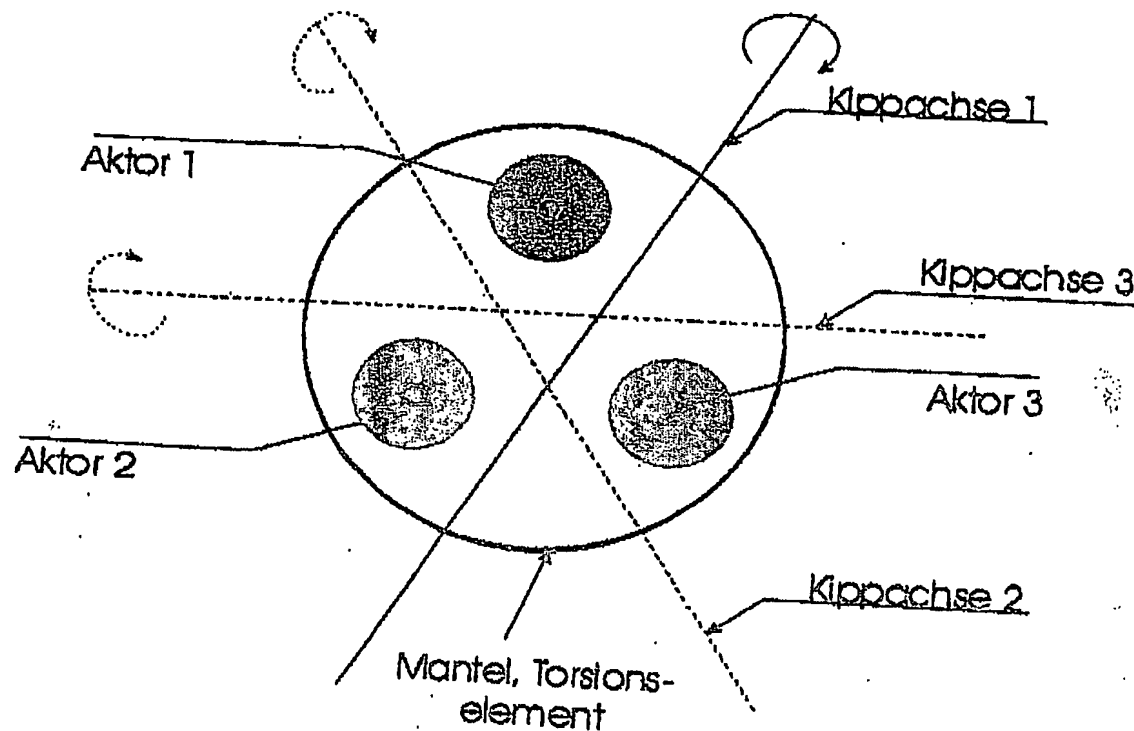
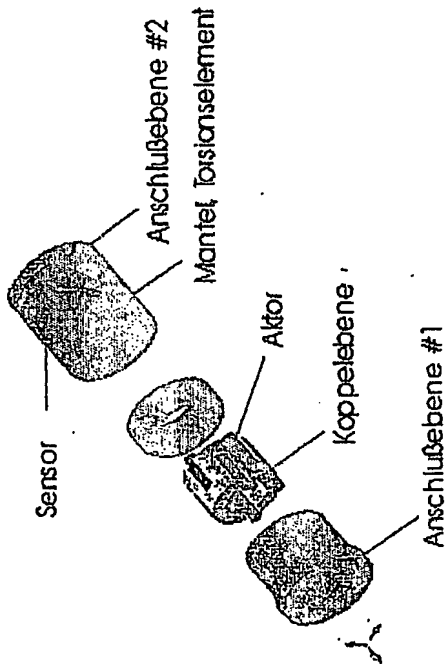
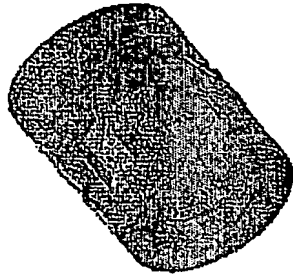


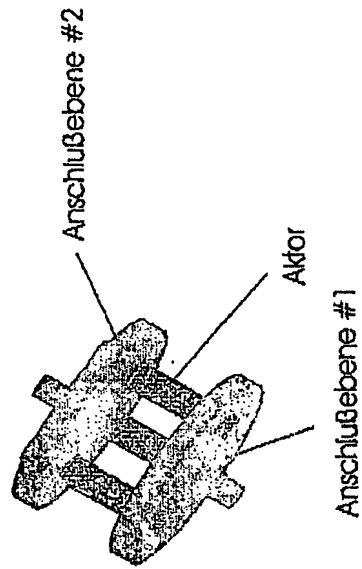
Fig. 2



Ausführung mit 2 seitl angeordneten Aktorebenen mit je 4 Aktoren



Zusammenbauzeichnung:
Ausführung mit 2 seitl angeordneten
Aktorebenen mit je 3 Aktoren



Ausführung mit 1 Aktorebene mit 3 Aktoren

Fig. 3

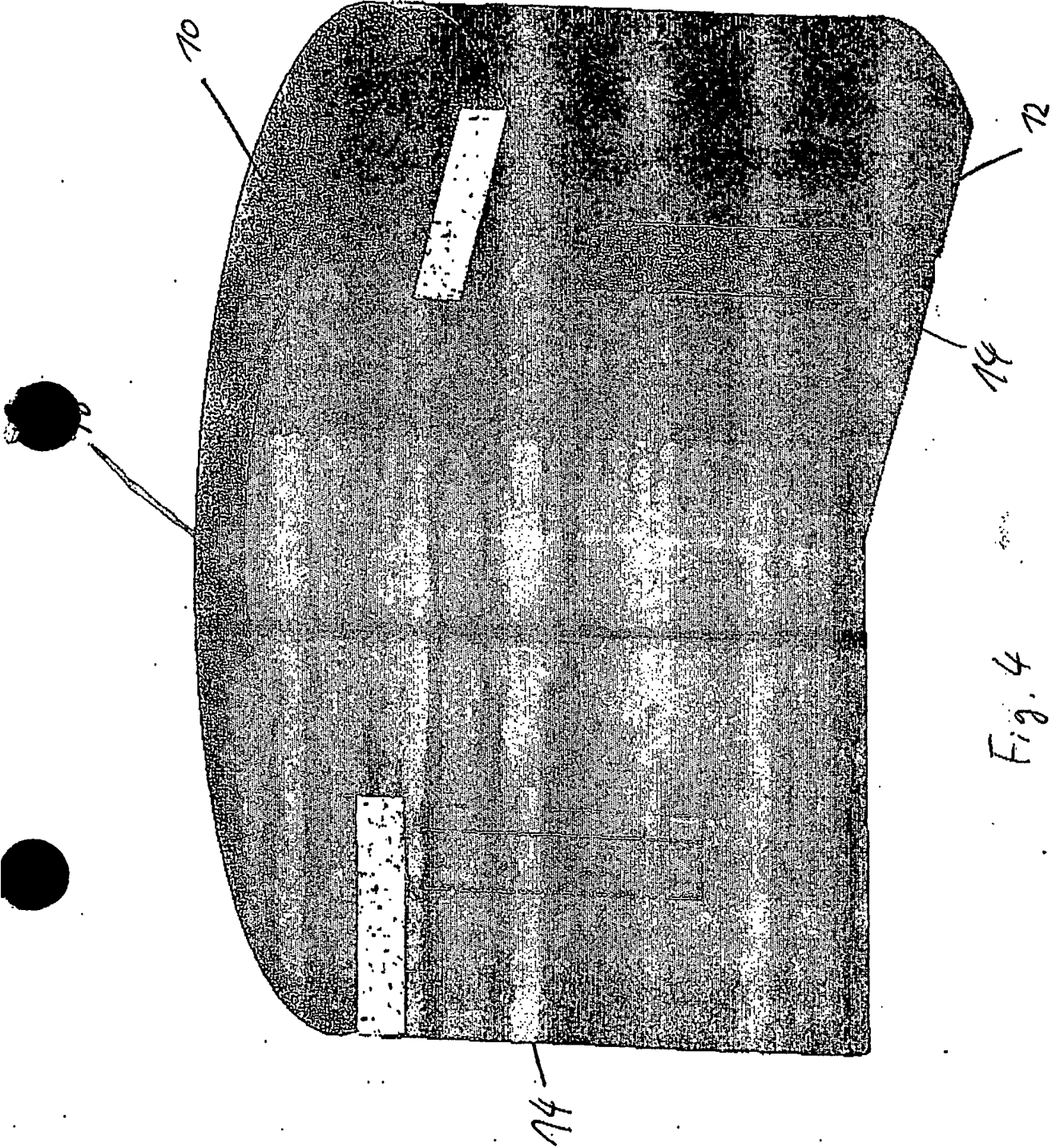


Fig. 4